

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014700409 **Image available**
WPI Acc No: 2002-521113/200256
XRPX Acc No: N02-412289

**Process for releasing restraints in a motor vehicle after a collision
evaluates acceleration and velocity parameters to determine a release
window**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC); ROELLEKE M (ROEL-I)
Inventor: ROELLEKE M

Number of Countries: 022 Number of Patents: 009

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 10065518	A1	20020711	DE 10065518	A	20001228	200256 B
WO 200253419	A1	20020711	WO 2001DE4408	A	20011122	200256
US 20030105569	A1	20030605	WO 2001DE4408	A	20011122	200339 N
			US 2002220192	A	20021113	
EP 1355805	A1	20031029	EP 2001271806	A	20011122	200379
			WO 2001DE4408	A	20011122	
US 6725141	B2	20040420	WO 2001DE4408	A	20011122	200427
			US 2002220192	A	20021113	
JP 2004516193	W	20040603	WO 2001DE4408	A	20011122	200436
			JP 2002554550	A	20011122	
DE 10065518	B4	20041014	DE 10065518	A	20001228	200467
EP 1355805	B1	20050727	EP 2001271806	A	20011122	200549
			WO 2001DE4408	A	20011122	
DE 50106922	G	20050901	DE 106922	A	20011122	200558
			EP 2001271806	A	20011122	
			WO 2001DE4408	A	20011122	

Priority Applications (No Type Date): DE 10065518 A 20001228; US 2002220192
A 20021113

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 10065518	A1	10	B60R-021/01		
WO 200253419	A1	G	B60R-021/01		
				Designated States (National): JP US	
				Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR	
US 20030105569	A1		B60R-021/00		
EP 1355805	A1	G	B60R-021/01		Based on patent WO 200253419
				Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR	
US 6725141	B2		G06F-017/00		Based on patent WO 200205341
JP 2004516193	W	39	B60R-021/32		Based on patent WO 200253419
DE 10065518	B4		B60R-021/01		
EP 1355805	B1	G	B60R-021/01		Based on patent WO 200253419
				Designated States (Regional): DE FR GB SE	
DE 50106922	G		B60R-021/01		Based on patent EP 1355805
				Based on patent WO 200253419	

Abstract (Basic): DE 10065518 A1

NOVELTY - A process for releasing restraints in a motor vehicle
after an impact or collision evaluates acceleration and thus velocity
signals over time, uses pre-crash sensor data to evaluate impact

velocity and time and a threshold value and thus determines release criteria and a release window.

USE - As a process for determining when to release restraints in motor vehicles such as seat belts and airbags after a collision or impact (claimed).

ADVANTAGE - Release is adapted to the actual impact situation so that a safe and reliable release is obtained regardless of the type and velocity of impact.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - A block diagram of the process is shown.

pp; 10 DwgNo 4/4

Title Terms: PROCESS; RELEASE; RESTRAIN; MOTOR; VEHICLE; AFTER; COLLIDE; EVALUATE; ACCELERATE; VELOCITY; PARAMETER; DETERMINE; RELEASE; WINDOW

Derwent Class: Q17; T01; X22

International Patent Class (Main): B60R-021/00; B60R-021/01; B60R-021/32; G06F-017/00

International Patent Class (Additional): B60R-022/46

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T01-J07D1; X22-J03B1; X22-X06B

?



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 100 65 518 B4 2004.10.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 100 65 518.1

(22) Anmeldetag: 28.12.2000

(43) Offenlegungstag: 11.07.2002

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 14.10.2004

(51) Int Cl.⁷: B60R 21/01

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Roelleke, Michael, 71229 Leonberg, DE

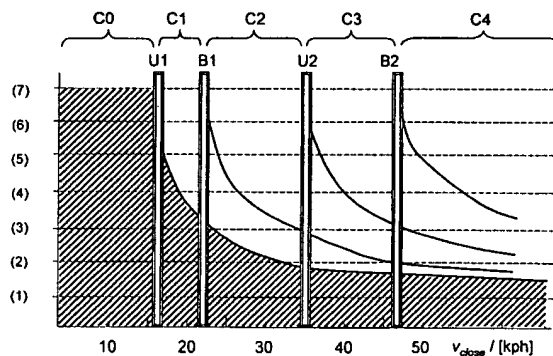
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 199 17 710 A1
DE 199 09 538 A1
DE 199 09 297 A1
DE 198 20 212 A1
DE 198 16 989 A1
DE 195 46 297 A1
DE 44 45 996 A1
US 61 25 313 A
EP 04 58 796 B1

(54) Bezeichnung: Verfahren zum Auslösen von Rückhaltemitteln in einem Kraftfahrzeug

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Auslösen von Rückhaltemitteln in einem Kraftfahrzeug im Falle eines Aufpralls bzw. einer Kollision mit einem Objekt,

- wobei der zeitliche Verlauf der Beschleunigung in Form mindestens eines Beschleunigungssignals a_x erfasst wird,
- wobei aus dem Beschleunigungssignal a_x der zeitliche Verlauf einer Geschwindigkeit Δv_x generiert wird und
- wobei als Auslösekriterium ein Schwellwert Δv_{xth} für die Geschwindigkeit Δv_x bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet,
- dass mit Hilfe einer Precrash-Sensorik schon vor dem Aufprall die Aufprallgeschwindigkeit v_{close} und der Aufprallzeitpunkt t_0 ermittelt werden,
- dass die Aufprallsituation anhand der Aufprallgeschwindigkeit v_{close} klassifiziert wird,
- dass mit Hilfe der Klassifizierung der Aufprallsituation ein Auslösezeitfenster $[t_A \dots t_B]$ bestimmt wird, in welchem der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit Δv_x generiert wird,
- und dass parallel dazu aus dem Beschleunigungssignal a_x der Schwellwert Δv_{xth} für die Geschwindigkeit Δv_x ermittelt wird, wobei die Klassifizierung der Aufprallsituation berücksichtigt wird.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auslösen von Rückhaltemitteln in einem Kraftfahrzeug im Falle eines Aufpralls bzw. einer Kollision mit einem Objekt. Das Verfahren bezieht sich in erster Linie auf das Auslösen von nicht reversiblen Rückhaltemitteln, wie z.B. pyrotechnischen Gurtstraffern und Airbags. Dazu wird der zeitliche Verlauf der Beschleunigung in Form mindestens eines Beschleunigungssignals erfasst. Aus dem Beschleunigungssignal wird dann der zeitliche Verlauf einer Geschwindigkeit generiert. Als Auslösekriterium wird ein Schwellwert für die Geschwindigkeit bestimmt.

[0002] Die aus der Praxis bekannten Airbag-Steuergeräte messen bei einem Unfall die Beschleunigung in der Fahrgastzelle und bestimmen aufgrund dieser Beschleunigung, wann Rückhaltemittel, wie Gurtstraffer und Airbags, ausgelöst werden müssen.

Stand der Technik

[0003] In der EP 0 458 796 B1 wird ein Verfahren der eingangs genannten Art zum Auslösen von Rückhaltemitteln bei einem Sicherungssystem für Fahrzeuginsassen beschrieben, bei dem ein Beschleunigungssignal mit Hilfe eines geeigneten Beschleunigungsaufnehmers erfasst wird. Durch zeitliche Integration ggf. in Verbindung mit einer geeigneten Wichtung wird dieses Beschleunigungssignal in eine Geschwindigkeit umgewandelt. Als Auslösekriterium dient ein Schwellwert für die Geschwindigkeit. Bei dem aus der EP 0 458 796 B1 bekannten Verfahren wird der Schwellwert in Abhängigkeit von einer oder mehreren Zustandsgrößen oder von zeitlich zurückliegenden Zustandsgrößen des Kraftfahrzeugs bestimmt. Als Zustandsgrößen kommen beispielsweise das Beschleunigungssignal selbst, ein daraus abgeleitetes Signal, wie die Geschwindigkeit, oder auch die im Crash ablaufende Zeit in Frage.

[0004] In jedem Fall wird der Schwellwert im Rahmen des bekannten Verfahrens so gewählt, dass er ein sicheres und zuverlässiges Auslösen der erforderlichen Rückhaltemittel in allen in Betracht kommenden Aufprallsituationen gewährleistet, unabhängig von der Art des Kollisionspartners und der Aufprallgeschwindigkeit, d.h. der Relativgeschwindigkeit zwischen dem Kraftfahrzeug und dem Kollisionspartner. Eine dynamische Anpassung des Schwellwerts an die konkrete Aufprallsituation ist hier nicht möglich, da hier weder eine geeignete Sensorik noch eine entsprechende Signalauswertung vorgesehen ist.

[0005] Die Offenlegungsschrift DE 199 17 710 A1 beschreibt ein Verfahren zur Bildung eines Auslösekriteriums für Rückhaltemittel, bei dem anhand von

Beschleunigungssignalen charakteristische Merkmale abgeleitet werden, um festzulegen, ob ein Auslösefall vorliegt oder nicht. In der Offenlegungsschrift DE 198 16 989 A1 wird eine Auslöseentscheidung für einen zweistufigen Airbag zunächst für die erste Stufe anhand von Beschleunigungssignalen festgelegt und für die zweite Stufe anhand von Beschleunigungsdeformationen oder Precrash-Signalen. Dabei wird eine Sperrzeit festgelegt, nach der die zweite Stufe ausgelöst werden kann. Die Offenlegungsschrift DE 195 46 297 A1 beschreibt ein Airbagsystem mit variablem Auslösezeitpunkt, bei dem airbagrelevante Parameter mit insassenrelevanten Parametern gekoppelt werden. Die Offenlegungsschrift DE 44 459 96 A1 beschreibt ein Verfahren zur Auslösung von Rückhaltemitteln, wobei die Integration des Beschleunigungssignals zur Erzeugung eines Geschwindigkeitssignals in Abhängigkeit einer Frequenzanalyse des Beschleunigungssignals beeinflusst wird. Die Offenlegungsschrift DE 199 09 538 A1 beschreibt Kraftfahrzeug-Insassenschutzsysteme, bei dem der Auslösealgorithmus einen Unfallklassifizierungsabschnitt aufweist, der die Art eines auftretenden Unfalls erfasst, und bei nicht eindeutig klassifizierbarem Unfall Wahrscheinlichkeitswerte für die in Betracht kommenden Unfallarten bildet. Anhand der Unfallart und/oder der ermittelten Wahrscheinlichkeiten werden Gewichtungsfaktoren gebildet, die bei der Berechnung des Kriteriums und einer oder mehreren Vergleichsschwellen berücksichtigt werden. Die US-Patentschrift US 6,125,313 A beschreibt einen Airbagregelkreis, bei dem ein Beschleunigungssensor eingesetzt wird. Die Offenlegungsschrift DE 199 09 297 A1 beschreibt ein Kraftfahrzeugsystem, bei dem ein ausgelagerter Beschleunigungssensor über eine Leitung an ein zentrales Steuergerät angeschlossen ist. Die Offenlegungsschrift DE 198 20 212 A1 beschreibt ein Verfahren zum Vermindern des Verletzungsrisikos von Fahrzeuginsassen, bei der eine Verschiebeeinheit die Airbageinheit relativ zum Fahrzeug verschieben kann.

Aufgabenstellung

[0006] Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem das Auslösen von Rückhaltemitteln, wie z.B. Airbags und Gurtstraffern, besser an die konkrete Aufprallsituation angepaßt ist und insbesondere ein unnötiges Auslösen von Rückhaltemitteln vermieden werden kann.

[0007] Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass mit Hilfe einer Precrash-Sensorik schon vor dem Aufprall die Aufprallgeschwindigkeit und der Aufprallzeitpunkt ermittelt werden, dass die Aufprallsituation anhand der Aufprallgeschwindigkeit klassifiziert wird, dass mit Hilfe der Klassifizierung der Aufprallsituation ein Auslösezeitfenster bestimmt wird, in welchem der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit generiert wird, und dass parallel dazu aus dem Be-

schleunigungssignal ein Schwellwert für die Geschwindigkeit ermittelt wird, wobei die Klassifizierung der Aufprallsituation berücksichtigt wird.

[0008] Erfindungsgemäß ist zunächst erkannt worden, dass die aus dem Stand der Technik bekannten „Signale-Point-Sensing-Systeme“ in sinnvoller Weise durch eine im Kraftfahrzeug einzubauende Precrash-Sensorik erweiterbar sind, um vorausschauend mögliche Kollisionspartner in der Umgebung des Fahrzeugs zu erkennen. Mit Hilfe der Precrash-Sensorik lassen sich die Aufprallgeschwindigkeit (Closing Velocity V_{close}) und der Aufprallzeitpunkt (t_0), d.h. die Zeitdifferenz bis zum Aufprall auf das Objekt, ermitteln. Umfasst die Precrash-Sensorik mindestens zwei in geeigneter Weise angeordnete Precrash-Sensoren, so lässt sich mittels eines Triangulierungsverfahrens zusätzlich auch der Offset, d.h. die Aufprallstelle und der Aufprallwinkel, bestimmen. Im Rahmen der Precrash-Sensierung können beispielsweise Radarmessungen, Infrarotmessungen oder auch optische Messverfahren zum Einsatz kommen.

[0009] Desweiteren ist erfindungsgemäß erkannt worden, dass sich die in Betracht kommenden Aufprallsituationen in sinnvoller Weise anhand der Aufprallgeschwindigkeit klassifizieren lassen, da die Aufprallgeschwindigkeit alleine bereits Aussagen über die Craschschwere zulässt, obwohl die optimale Auslösezeit und die maximal benötigten Rückhaltemittel von weiteren Parametern abhängen, wie der Art des Aufpralls, dem Massenverhältnis der Kollisionspartner und dem Verhältnis der Steifigkeiten der Kollisionspartner. Die erfindungsgemäße Klassifizierung der Aufprallsituation anhand der Aufprallgeschwindigkeit ermöglicht des weiteren eine Eingrenzung der zu ermittelnden Auslösezeit auf ein Auslösezeitfenster $[t_A \dots t_B]$. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, in die Bestimmung des Schwellwerts auch Informationen über den Crashverlauf nach dem Aufprallzeitpunkt t_0 bis zum Beginn t_A des Auslösezeitfensters $[t_A \dots t_B]$ einfließen zu lassen. Außerdem kann die Generierung des zeitlichen Verlaufs der Geschwindigkeit aus dem Beschleunigungssignal nun auf das Auslösezeitfenster beschränkt werden.

[0010] Erfindungsgemäß ist schließlich noch erkannt worden, dass es sinnvoll ist, die konkrete Aufprallsituation bei der Bestimmung des Schwellwerts aus dem Beschleunigungssignal zu berücksichtigen, da beispielsweise höhere Aufprallgeschwindigkeiten ein sensibleres Auslösen der Rückhaltemittel erfordern als niedrige Aufprallgeschwindigkeiten. Deshalb wird erfindungsgemäß auch bei der Ermittlung des Schwellwerts die Klassifizierung der Aufprallsituation berücksichtigt.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden mit Hilfe der Klassifizierung der konkreten Aufprallsituation auch

die in dieser Aufprallsituation maximal benötigten Rückhaltemittel bestimmt.

[0012] Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten für die Klassifizierung der Aufprallsituationen anhand der Aufprallgeschwindigkeit. In einer vorteilhaften Variante für zweistufige Rückhaltemittel werden Geschwindigkeitscluster in Form von Geschwindigkeitsbereichen für die Aufprallgeschwindigkeit gebildet, wobei die Clustergrenzen entsprechend der jeweils maximal erforderlichen Rückhaltemittel gewählt sind. In diesem Fall sind die Geschwindigkeitscluster definiert als die Geschwindigkeitsbereiche, in denen für alle in Betracht kommenden Aufprallsituationen

- entweder kein Rückhaltemittel erforderlich ist (Cluster C0)
- oder im nicht gegurteten Zustand (unbelted) für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist, während im gegurteten Zustand noch kein Rückhaltemittel erforderlich ist (Cluster C1),
- oder im gegurteten Zustand (belted) für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist, während die zweite Stufe der Rückhaltemittel weder im nicht gegurteten Zustand noch im gegurteten Zustand erforderlich ist (Cluster C2),
- oder im nicht gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste und zweite Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist, während die zweite Stufe der Rückhaltemittel im gegurteten Zustand nicht erforderlich ist (Cluster C3),
- oder sowohl im nicht gegurteten Zustand als auch im gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste und zweite Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist (Cluster C4).

[0013] Im Rahmen der Klassifizierung einer konkreten Aufprallsituation wird die entsprechende Aufprallgeschwindigkeit einem dieser Geschwindigkeitscluster zugeordnet. Die maximal erforderlichen Rückhaltemittel lassen sich dann einfach aufgrund der Klassifizierung der Aufprallsituation bzw. der Zuordnung zu dem entsprechenden Geschwindigkeitscluster bestimmen.

[0014] Die voranstehend erläuterte Klassifizierung der Aufprallsituationen erweist sich auch deshalb als vorteilhaft, weil das Auslösezeitfenster für eine bestimmte Aufprallsituation einfach mit Hilfe der Geschwindigkeitswerte ermittelt werden kann, die die Clustergrenzen des der entsprechenden Aufprallgeschwindigkeit zugeordneten Geschwindigkeitsclusters bilden.

[0015] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird aus dem Beschleunigungssignal der zeitli-

che Verlauf einer Geschwindigkeit generiert. Auch hierfür gibt es grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten. In einer einfachsten Variante wird das Beschleunigungssignal lediglich zeitlich integriert. Das daraus resultierende Arbeitssignal kann dann noch mit einer geeigneten Wichtungsfunktion gewichtet werden. Das Beschleunigungssignal kann allerdings auch zunächst gewichtet werden, um anschließend das daraus resultierende Arbeitssignal zeitlich zu integrieren. Schließlich ist es auch möglich, zwei Wichtungen vorzunehmen, nämlich eine erste Wichtung vor der zeitlichen Integration und eine zweite Wichtung nach der zeitlichen Integration.

[0016] Wie bereits erwähnt, wird erfindungsgemäß auch bei der Ermittlung des Schwellwerts die Klassifizierung der Aufprallsituation berücksichtigt. In einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Beschleunigungssignal zur Ermittlung des Schwellwerts gefiltert und/oder transformiert, wobei die Transformation vor oder nach der Filterung erfolgen kann. Hierbei erweist es sich als vorteilhaft, wenn zumindest ein Teil der Filterparameter und/oder der Transformationsparameter in Abhängigkeit von der jeweiligen Klassifizierung der Aufprallsituation bestimmt wird, um der konkreten Aufprallsituation Rechnung zu tragen.

[0017] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Objekt, d.h. der Kollisionspartner, hinsichtlich seiner Masse und seiner Steifigkeit durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs der Beschleunigung nach dem Aufprallzeitpunkt klassifiziert. Diese Objektklassifizierung kann dann ebenfalls bei der Bestimmung des Schwellwerts berücksichtigt werden, was zusätzlich zu einer genaueren Bestimmung der Auslösezeit und der maximal benötigten Rückhaltemittel beiträgt.

[0018] Zur Objektklassifizierung kann zum einen die Interaktion des Kraftfahrzeugs mit dem Objekt zu Beginn des Aufpralls in Abhängigkeit von der Klassifizierung der Aufprallsituation ausgewertet werden. In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, eine Kurzzeitintegration des Beschleunigungssignals nach dem Aufprallzeitpunkt durchzuführen und auszuwerten, um starker Signalspitzen zu Beginn des Aufpralls zu erfassen, und/oder den Signalanstieg nach dem Aufprallzeitpunkt auszuwerten.

[0019] Zum anderen können zur Objektklassifizierung Bruchvorgänge im Kraftfahrzeug und Änderungen der Barrierenhärte im Verlauf des Aufpralls über hochfrequente Schwingungen im Beschleunigungssignal erfasst werden und in Abhängigkeit von der Klassifizierung der Aufprallsituation ausgewertet werden. Die hochfrequenten Schwingungen im Beschleunigungssignal lassen sich einfach mit Hilfe eines Hochpassfilters erfassen. Die Auswertung kann dann über Spitzenwerte erfolgen.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Beschleunigungssignal zusätzlich auch vor dem eigentlichen Aufprall bis zum Aufprallzeitpunkt ausgewertet, um eine etwaige Vorverlagerung der Fahrzeuginsassen bzw. eine sogenannte „Out-of-position“-Situation vor dem Aufprall zu erkennen und bei der Auslösung der Rückhaltemittel zu berücksichtigen. Entsprechende Informationen können durch zweifache Integration des Beschleunigungssignals gewonnen werden und mit weiteren Insassenparametern, wie der Sitzposition, der Lenkradeinstellung und/oder dem Insassengewicht, kombiniert werden.

Ausführungsbeispiel

Zeichnungen

[0021] Wie bereits voranstehend ausführlich erörtert, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen verwiesen.

[0022] Fig. 1 zeigt eine Aufteilung des Wertebereichs der Aufprallgeschwindigkeit (v_{close} -Achse) in Geschwindigkeitscluster (C0 bis C4) mit typischen Auslöseanforderungen für einen zweistufigen Airbag bei unterschiedlichen Crashtypen (y-Achse),

[0023] Fig. 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der Beschleunigung a im Falle einer Kollision bei Precrash-Sensierung,

[0024] Fig. 3 zeigt den zeitlichen Verlauf dreier Beschleunigungssignale und der daraus generierten Geschwindigkeitssignale bei gleicher Aufprallgeschwindigkeit aber unterschiedlicher Craschschwere und

[0025] Fig. 4 den Ablauf einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Blockschaltbildes.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0026] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Auslösen von Rückhaltemitteln in einem Kraftfahrzeug werden schon vor einem etwaigen Aufprall bzw. einer Kollision mit einem Objekt der Aufprallzeitpunkt und die Aufprallgeschwindigkeit, d.h. die Relativgeschwindigkeit zwischen Kraftfahrzeug und Kollisionspartner mit Hilfe einer entsprechenden Precrash-Sensorik ermittelt. Auf der Grundlage der so bestimmten Aufprallgeschwindigkeit wird dann die Aufprallsituation klassifiziert. Diese Klassifizierung der Aufprallsituation wird nachfolgend anhand von

Fig. 1 für den Fall von zweistufigen Rückhaltemitteln näher erläutert.

[0027] Die x-Achse des in **Fig. 1** dargestellten Diagramms gibt den Wertebereich der möglichen Aufprallgeschwindigkeiten v_{close} wieder. Im hier dargestellten Fall ist der Wertebereich in vier verschiedene Geschwindigkeitsbereiche aufgeteilt, die die sogenannten Geschwindigkeitscluster C0 bis C4 bilden. Die Clustergrenzen sind hier so gewählt, dass mit zunehmender Aufprallgeschwindigkeit bei jeder Clustergrenze ein weiteres Rückhaltemittel bzw. eine weitere Stufe eines Rückhaltemittels als maximal erforderliches Rückhaltemittel hinzukommt. Die y-Achse des Diagramms gibt eine Skala von Crashtypen wieder, deren Stärke von unten nach oben zunimmt. Darin sind von unten nach oben die folgenden Crashtypen aufgeführt: (1) Situationen, die kein Auslösen erfordern (misuses), (2) seitlicher Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug (car to car side), (3) Unterfahung eines LKW-Trailers (truck underride), (4) Zusammenstoß mit einem entgegenkommenden Fahrzeug bei Überholmanöver mit einer Überdeckung von 40% (offset crash deformable barrier), (5) Zusammenstoß mit einem Baum oder Pfahl (pole), (6) Aufprall auf ein starres Hindernis in einem Winkel von 30° (angular crash rigid barrier) und (7) frontaler Aufprall auf ein starres Hindernis (rigid barrier 0°). Der Cluster C0 ist als der Geschwindigkeitsbereich definiert, in dem für alle in der y-Achse des Diagramms aufgeführten Aufprallsituationen keine Airbagauslösung erforderlich ist. Dieser Bereich ist straffiert dargestellt. Im Geschwindigkeitsbereich des Clusters C1 ist im nicht gegurteten Zustand (unbelted) für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste Stufe der Rückhaltemittel erforderlich, während im gegurteten (belted) Zustand noch kein Rückhaltemittel erforderlich ist. Dies wird durch die Kurve U1 verdeutlicht, die den straffierten Bereich von dem nicht straffierten Bereich trennt. Im Geschwindigkeitsbereich des Clusters C2 ist im gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste Stufe der Rückhaltemittel erforderlich, während die zweite Stufe der Rückhaltemittel weder im nicht gegurteten Zustand noch im gegurteten Zustand erforderlich ist, was sich aus der Kurve B1 ergibt. Im Geschwindigkeitsbereich des Clusters C3 ist im nicht gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste und zweite Stufe der Rückhaltemittel erforderlich, während die zweite Stufe der Rückhaltemittel im gegurteten Zustand nicht erforderlich ist. Dies wird durch die Kurve U2 veranschaulicht. Im Geschwindigkeitsbereich des Clusters C4 ist schließlich sowohl im nicht gegurteten Zustand als auch im gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste und zweite Stufe der Rückhaltemittel erforderlich, was durch die Kurve B2 ausgedrückt wird.

[0028] Die in **Fig. 1** als Balken U1, B1, U2 und B2 dargestellten Clustergrenzen definieren also im vorliegenden Fall gleichzeitig die maximal erforderlichen Rückhaltemittel für eine entsprechend klassifizierte Aufprallsituation.

[0029] Der in **Fig. 2** dargestellte zeitliche Verlauf der Beschleunigung a im Fall einer Kollision kann durch die Informationen der im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzten Precrash-Sensorik in zwei Bereiche aufgeteilt werden, nämlich den sogenannten Pre-braking-Bereich vor dem eigentlichen Aufprall, d.h. vor dem Aufprallzeitpunkt t_0 , und den Crashverlauf ab Berührung mit dem Objekt, d.h. ab dem Aufprallzeitpunkt t_0 .

[0030] Da im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens der Aufprallzeitpunkt t_0 und somit auch die bis zum Aufprall noch verbleibende Zeit bestimmt wird, besteht nun die Möglichkeit, die bis zum Aufprallzeitpunkt t_0 erfassten Beschleunigungsdaten auszuwerten, um eine Aussage über eine etwaige Vorverlagerung bzw. „Out-of-position“-Situation der Fahrzeuginsassen zu machen. So können Pre-braking-Situationen, wie z.B. das Überfahren eines Hindernisses oder ein Bremsmanöver direkt vor dem eigentlichen Crash, nun in ihren Auswirkungen auf die Fahrzeuginsassen erfasst werden. In diesem Zusammenhang erweist sich die Betrachtung einer freien Masse im Kraftfahrzeug in Verbindung mit den nutzbaren Beschleunigungsdaten ab Werten von beispielsweise 3g als ausreichend, da Beschleunigungen dieser Größenordnung Bewegungskorrekturen durch Muskelkraft ausschließen. Die zu erwartende Vorverlagerung der Fahrzeuginsassen vor dem eigentlichen Crash kann einfach durch zweifache Integration des Beschleunigungssignals a bewertet werden. Diese Informationen können ggf. in Verbindung mit weiteren Insasseninformationen, wie z.B. der Sitzposition, der Lenkradstellung, dem Insassengewicht, etc., benutzt werden, um beispielsweise den Abstand eines Insassen vom Lenkrad direkt vor dem Crash zu bestimmen. Je nach Ausmaß der zu erwartenden Vorverlagerung, kann dann beispielsweise die Aggressivität des Airbags verändert werden.

[0031] Wie bereits erwähnt, beginnt der eigentliche Crashverlauf ab dem Aufprallzeitpunkt t_0 . Anhand der Aufprallgeschwindigkeit v_{close} und der darauf basierenden Zuordnung eines bestimmten Geschwindigkeitsclusters kann ein Auslösezeitfenster $[t_A...t_B]$ für die jeweilige Aufprallsituation angegeben werden. Dieses Auslösezeitfenster $[t_A...t_B]$ bestimmt den zeitlichen Arbeitsbereich für die Generierung des zeitlichen Verlaufs einer Geschwindigkeit. Dazu kann das Beschleunigungssignal beispielsweise einfach zeitlich integriert werden. Über die Klassifizierung der Aufprallsituation anhand der Aufprallgeschwindigkeit v_{close} wird auch die Parametrisierung von Funktionen durchgeführt, die zur Bestimmung eines Schwell-

werts für die Geschwindigkeit auf das Beschleunigungssignal angewendet werden, wie z.B. eine Filterfunktion und eine Transformation.

[0032] Bei Kenntnis des Aufprallzeitpunkts t_0 und unter Berücksichtigung der Aufprallgeschwindigkeit v_{close} bzw. des entsprechenden Geschwindigkeitsclusters kann nun durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs der Beschleunigung außerdem auch eine Klassifizierung des Kollisionspartners durchgeführt werden, was nachfolgend näher erläutert wird.

[0033] Besonders aussagekräftig ist der Signalverlauf direkt nach dem Aufprallzeitpunkt t_0 , der sogenannte „first peak“ des Beschleunigungssignals, da beispielsweise bei harten Kollisionspartnern schon bei der ersten Berührung starke Signalspitzen auftreten. Diese können über Kurzzeitintegration des Beschleunigungssignals erfasst werden. In Ergänzung oder alternativ dazu kann auch der erste Signalanstieg des Beschleunigungssignals erfasst werden. Bei der Auswertung des „first peak“ wird die Interaktion des Kraftfahrzeugs mit dem Kollisionspartner zu Beginn des Crashes bewertet. Die in Folge ablaufenden Bruchvorgänge im Kraftfahrzeug und Änderungen der Barrierenhärte werden durch hochfrequente Schwingungen im Beschleunigungssignal (Oszillationen) angezeigt. Änderungen der Barrierenhärte treten beispielsweise bei Fahrzeug-Fahrzeug Zusammenstößen auf, da bei einem Kraftfahrzeug hinter dem relativ weichen Vorbau sehr harte Strukturen, wie Längsträger und Motor, angeordnet sind. Die hochfrequenten Schwingungen im Beschleunigungssignal können mittels eines Hochpassfilters erfasst werden und beispielsweise über Spitzenwerte abgefragt werden.

[0034] Im oberen Teil der Fig. 3 sind beispielhaft drei reale Beschleunigungssignale A, B und C dargestellt, die drei Crashverläufe mit unterschiedlichen Kollisionspartnern aber bei gleicher Aufprallgeschwindigkeit wiedergeben. Kurve A gibt einen Frontalzusammenstoß im Winkel von 30° wieder. Bei der Kurve B handelt es sich um einen Fahrzeug-Fahrzeug-Zusammenstoß im Winkel von 90°, während die Kurve C einen Zusammenstoß zweier Fahrzeuge im Winkel von 75° beschreibt. Im unteren Teil der Fig. 4 sind die daraus abgeleiteten Geschwindigkeitsverläufe für A, B und C dargestellt. Die Signale sind bis zur geforderten Auslösung bzw. im Falle des Signals C ohne zeitliche Begrenzung dargestellt. Das Beschleunigungssignal A zeigt einen sehr deutlichen Anfangspeak, obwohl das entsprechende Geschwindigkeitssignal im weiteren Verlauf eher schwächer wird. Die drei Beschleunigungssignale A, B und C können mit den voranstehend beschriebenen Funktionen sehr gut hinsichtlich der entsprechenden Kollisionspartner klassifiziert werden.

[0035] Wie bereits erwähnt, können im Rahmen des

erfindungsgemäßen Verfahrens mehrere Precrash-Sensoren eingesetzt werden, um zusätzlich zum Aufprallzeitpunkt t_0 und der Aufprallgeschwindigkeit v_{close} Informationen über die Objektbewegungsrichtung und die Aufprallzone im Crash, d.h. die Aufprallstelle und den Aufprallwinkel, zu gewinnen. Das Blockschaltbild der Fig. 4 bezieht sich auf eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der lediglich ein Precrash-Sensor eingesetzt wird. Eine mögliche Erweiterung auf einen zweiten Precrash-Sensor hat erst einmal keinen direkten Einfluss auf den Auslösealgorithmus. Es kann allerdings ein erweitertes Crashclustering vorgenommen werden, bei dem der Überdeckungsgrad oder der Belastungsgrad der einzelnen Längsträger berücksichtigt werden.

[0036] Im Fall des in Fig. 4 dargestellten Ablaufs eines erfindungsgemäßen Verfahrens werden die mit Hilfe der Precrash-Sensorik ermittelte Aufprallgeschwindigkeit v_{close} und die Zeitdifferenz Δt , bis zum Aufprall, d.h. bis zum Aufprallzeitpunkt t_0 , in einem ASIC im Precrash-Sensor selbst digitalisiert und in geeigneter Weise zu einem zentralen Steuergerät übertragen, wo das sogenannte Precrash Processing 10 stattfindet.

[0037] Die Verarbeitung des Beschleunigungssignals im Rahmen des Precrash Processing 10 erfolgt in zwei Abschnitten, wie bereits in Verbindung mit den Fig. 2 und 3 erläutert. Bei den Pre-braking Berechnungen, die in Fig. 4 nicht dargestellt sind, wird die Vorverlagerung mittels zweifacher Integration des Beschleunigungssignals berechnet, so dass sie ggf. beim Auslösen der Rückhaltemittel berücksichtigt werden kann.

[0038] Im Rahmen des Precrash Processing 10 wird außerdem die Aufprallsituation, d.h. der Crashverlauf, der mit dem Aufprallzeitpunkt t_0 beginnt, anhand der Aufprallgeschwindigkeit v_{close} klassifiziert. Dazu wird die Aufprallgeschwindigkeit v_{close} einem entsprechenden Geschwindigkeitscluster zugeordnet. Auf der Basis dieser Klassifizierung wird ein Auslösezeitfenster $[t_A...t_B]$ bestimmt, in dem das Auslösen der maximal erforderlichen Rückhaltemittel erfolgen muss. Außerdem werden die Parameter für die Funktionen Filtering 11, First Peak 12, Oszillation 13 und Transformation 14 berechnet oder wie beispielsweise im Fall der Transformation 14 in Form von entsprechenden Kennlinien abgerufen.

[0039] Bei 15 wird der zeitliche Verlauf einer Geschwindigkeit aus dem Beschleunigungssignal a_x generiert, indem das Beschleunigungssignal a_x in dem ermittelten Auslösezeitfenster $[t_A...t_B]$ zeitlich integriert wird. Parallel dazu erfolgt bei 11 die Filterung des Beschleunigungssignals a_x , bei 12 die Ermittlung und Bewertung des „first peak“ und bei 13 die Bewertung der Oszillationen im Beschleunigungssignal a_x .

Durch die zusätzlichen Informationen, die die Funktionen „first peak“ 12 und „Oszillationen“ 13 liefern, kann die Aufprallsituation besser bewertet werden als durch eine einfache Filterung 11. Deshalb wird der Bestimmung des Schwellwerts Δv_{xth} für die Geschwindigkeit Δv_x die Summe der Funktionen 11 bis 13 $a_{xfilter}$ zugrunde gelegt. Der Schwellwert Δv_{xth} wird im Integralpfad über die Transformation 14 generiert. Der direkte Vergleich des Schwellwerts Δv_{xth} mit dem bei 15 berechneten Integral Δv_x erzeugt die Auslöseentscheidung bei 16.

[0040] Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Verfahren darauf abzielt, die zur Verfügung stehenden Informationen aus dem Beschleunigungssignal und einer zusätzlichen Precrash-Sensorik so zu kombinieren, dass ein möglichst robuster, gegen Misuses-Bedingungen unempfindlicher Auslösealgorithmus mit höheren Schwellwerten zur Verfügung steht. Dabei ermöglicht die Precrash-Sensorik eine verbesserte Anpassung des Auslösealgorithmus an die konkrete Crashsituation, indem bei der Bestimmung des Schwellwerts für das Auslösen der Rückhaltemittel die jeweilige Aufprallsituation berücksichtigt wird. Mit Hilfe der Precrash-Sensorik wird außerdem die Sicherheit gegen Fehlauslösungen bei Bagatellunfällen und Misuses erhöht, da alle Fahrmanöver erfasst und klassifiziert werden, so dass die Rückhaltemittel tatsächlich nur bei Kollisionen mit Hindernissen ausgelöst werden.

[0041] So können mit Hilfe der Precrash-Sensorik neben dem Aufprallzeitpunkt und der zu erwartenden Aufprallgeschwindigkeit die Auslösezeit und die maximal benötigten Rückhaltemittel in Abhängigkeit von der Crashschwere bestimmt werden, die außerdem auch vom Massenverhältnis und dem Verhältnis der Steifigkeiten der beiden Kollisionspartner abhängig sind. Diese vor dem Aufprall unbekannten Größen können erst im Crashverlauf aus den Beschleunigungsdaten ermittelt werden. Dazu wird der Verlauf des ersten Kollisionspeaks bewertet, der Aussagen über die Steifigkeitsverhältnisse zu Beginn des Crashes erlaubt. Die Stärke der Oszillationen im Beschleunigungssignal bis zur zeitlich letzt möglichen Auslösung der Rückhaltemittel läßt zusätzlich Aussagen über die Härte des Objekts zu. So zeigen beispielsweise geringe Signaloszillationen ein schwaches Brechen der Fahrzeugstruktur an, was auf eine weiche Barriere schließen läßt. Auf diese Weise kann auch der Kollisionspartner hinsichtlich der Massenverhältnisse und der Steifigkeit klassifiziert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auslösen von Rückhaltemitteln in einem Kraftfahrzeug im Falle eines Aufpralls bzw. einer Kollision mit einem Objekt,
– wobei der zeitliche Verlauf der Beschleunigung in

Form mindestens eines Beschleunigungssignals a_x erfasst wird,

– wobei aus dem Beschleunigungssignal a_x der zeitliche Verlauf einer Geschwindigkeit Δv_x generiert wird und

– wobei als Auslösekriterium ein Schwellwert Δv_{xth} für die Geschwindigkeit Δv_x bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet,**

– dass mit Hilfe einer Precrash-Sensorik schon vor dem Aufprall die Aufprallgeschwindigkeit v_{close} und der Aufprallzeitpunkt t_0 ermittelt werden,

– dass die Aufprallsituation anhand der Aufprallgeschwindigkeit v_{close} klassifiziert wird,

– dass mit Hilfe der Klassifizierung der Aufprallsituation ein Auslösezeitfenster $[t_A...t_B]$ bestimmt wird, in welchem der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit Δv_x generiert wird,

– und dass parallel dazu aus dem Beschleunigungssignal a_x der Schwellwert Δv_{xth} für die Geschwindigkeit Δv_x ermittelt wird, wobei die Klassifizierung der Aufprallsituation berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit Hilfe der Klassifizierung der Aufprallsituation die maximal benötigten Rückhaltemittel bestimmt werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2 für zweistufige Rückhaltemittel, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufprallgeschwindigkeit v_{close} im Rahmen der Klassifizierung der Aufprallsituation einem sogenannten Geschwindigkeitscluster zugeordnet wird, der als Geschwindigkeitsbereich definiert ist, in dem für alle in Betracht kommenden Aufprallsituationen

– entweder kein Rückhaltemittel erforderlich ist (Cluster C0)

– oder im nicht gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist, während im gegurteten Zustand noch kein Rückhaltemittel erforderlich ist (Cluster C1),

– oder im gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist, während die zweite Stufe der Rückhaltemittel weder im nicht gegurteten Zustand noch im gegurteten Zustand erforderlich ist (Cluster C2),

– oder im nicht gegurteten Zustand für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste und zweite Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist, während die zweite Stufe der Rückhaltemittel im gegurteten Zustand nicht erforderlich ist (Cluster C3),

– oder sowohl im nicht gegurteten Zustand als auch im gegurteten Zustand (belted B2) für einen Teil der in Frage kommenden Aufprallsituationen die erste und zweite Stufe der Rückhaltemittel erforderlich ist (Cluster C4).

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass das Auslösezeitfenster $[t_A \dots t_B]$ für eine bestimmte Aufprallsituation mit Hilfe der Geschwindigkeitswerte ermittelt wird, die die Clustergrenzen U1, B1, U2, B2 des bei der Klassifizierung für diese Aufprallsituation bestimmten Geschwindigkeitsclusters bilden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschleunigungssignal a_x zum Generieren des zeitlichen Verlaufs der Geschwindigkeit Δv_x integriert und ggf. gewichtet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschleunigungssignal a_x zur Ermittlung des Schwellwerts Δv_{xth} gefiltert wird und dass zumindest ein Teil der Filterparameter in Abhängigkeit von der jeweiligen Klassifizierung der Aufprallsituation bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschleunigungssignal a_x zur Ermittlung des Schwellwerts Δv_{xth} transformiert wird und dass zumindest ein Teil der Transformationsparameter in Abhängigkeit von der jeweiligen Klassifizierung der Aufprallsituation bestimmt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt hinsichtlich seiner Masse und seiner Steifigkeit durch Auswertung des Beschleunigungssignals a_x nach dem Aufprallzeitpunkt t_0 klassifiziert wird und dass diese Objektklassifizierung bei der Bestimmung des Schwellwerts Δv_{xth} berücksichtigt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Interaktion des Kraftfahrzeugs mit dem Objekt zu Beginn des Aufpralls in Abhängigkeit von der Klassifizierung der Aufprallsituation ausgewertet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung starker Signalspitzen zu Beginn des Aufpralls eine Kurzzeitintegration des Beschleunigungssignals a_x nach dem Aufprallzeitpunkt t_0 durchgeführt und ausgewertet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalanstieg nach dem Aufprallzeitpunkt t_0 ausgewertet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Bruchvorgänge im Kraftfahrzeug und Änderungen der Barrierenhärte im Verlauf des Aufpralls über hochfrequente Schwingungen im Beschleunigungssignal a_x erfasst und in Abhängigkeit von der Klassifizierung der Aufprallsituation ausgewertet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die hochfrequenten Schwingungen im Beschleunigungssignal a_x mit Hilfe eines Hochpassfilters erfasst werden und dass die Auswertung über Spitzenwerte erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschleunigungssignal a_x bis zum Aufprallzeitpunkt t_0 ausgewertet wird, um eine etwaige Vorverlagerung der Fahrzeuginsassen vor dem Aufprall zu erkennen und bei der Auslösung der Rückhaltemittel zu berücksichtigen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschleunigungssignal a_x zur Erkennung einer etwaigen Vorverlagerung zweifach integriert wird und dass die so gewonnenen Informationen mit weiteren Insassenparametern, wie der Sitzposition, der Lenkradeinstellung und/oder dem Insassengewicht, kombiniert werden.

16. Steuergerät zur Durchführung eines Verfahrens zum Auslösen von Rückhaltemitteln in einem Kraftfahrzeug im Falle eines Aufpralls bzw. einer Kollision mit einem Objekt nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

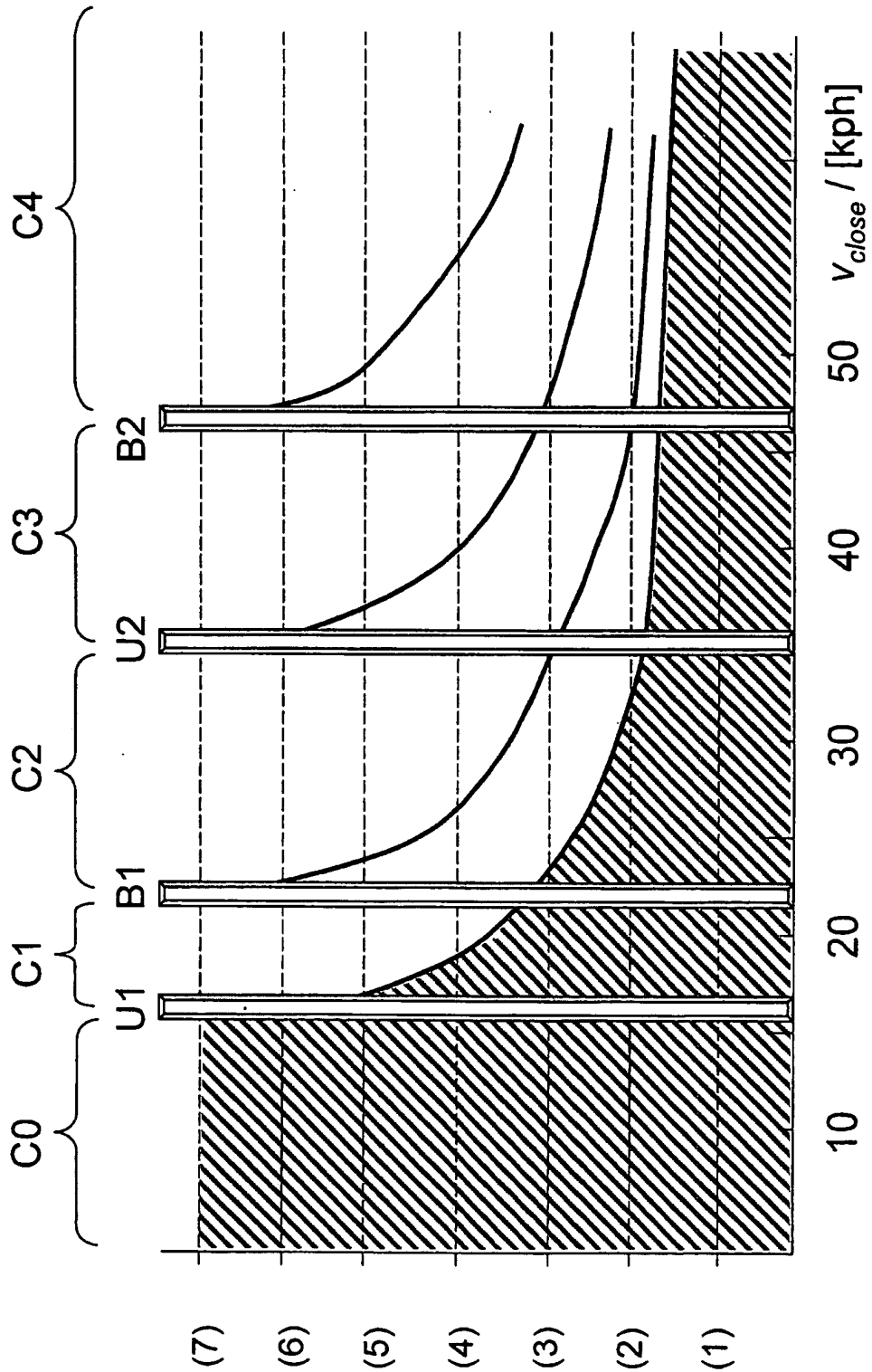


Fig. 1

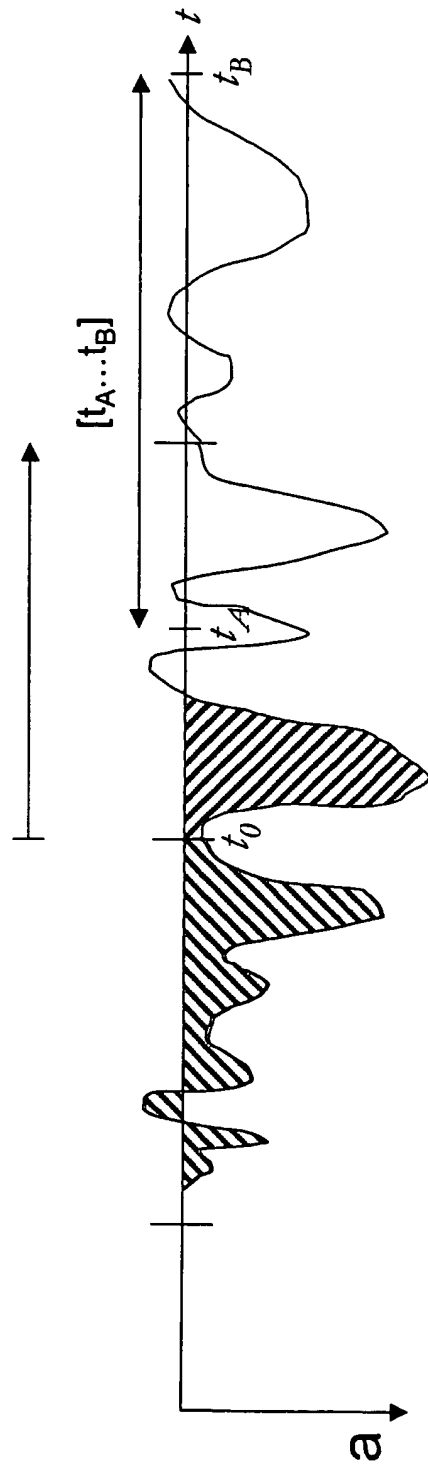


Fig. 2

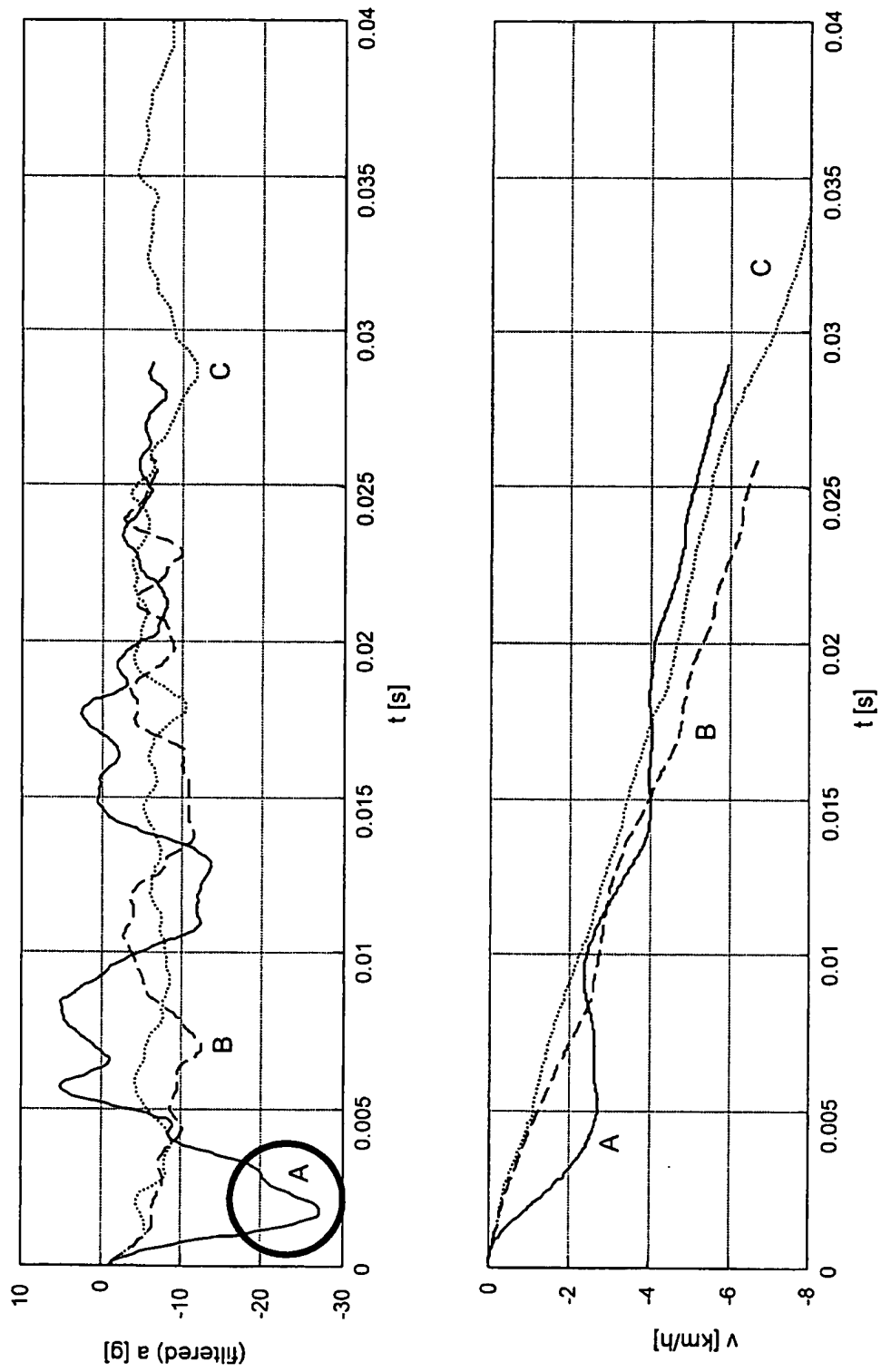


Fig. 3

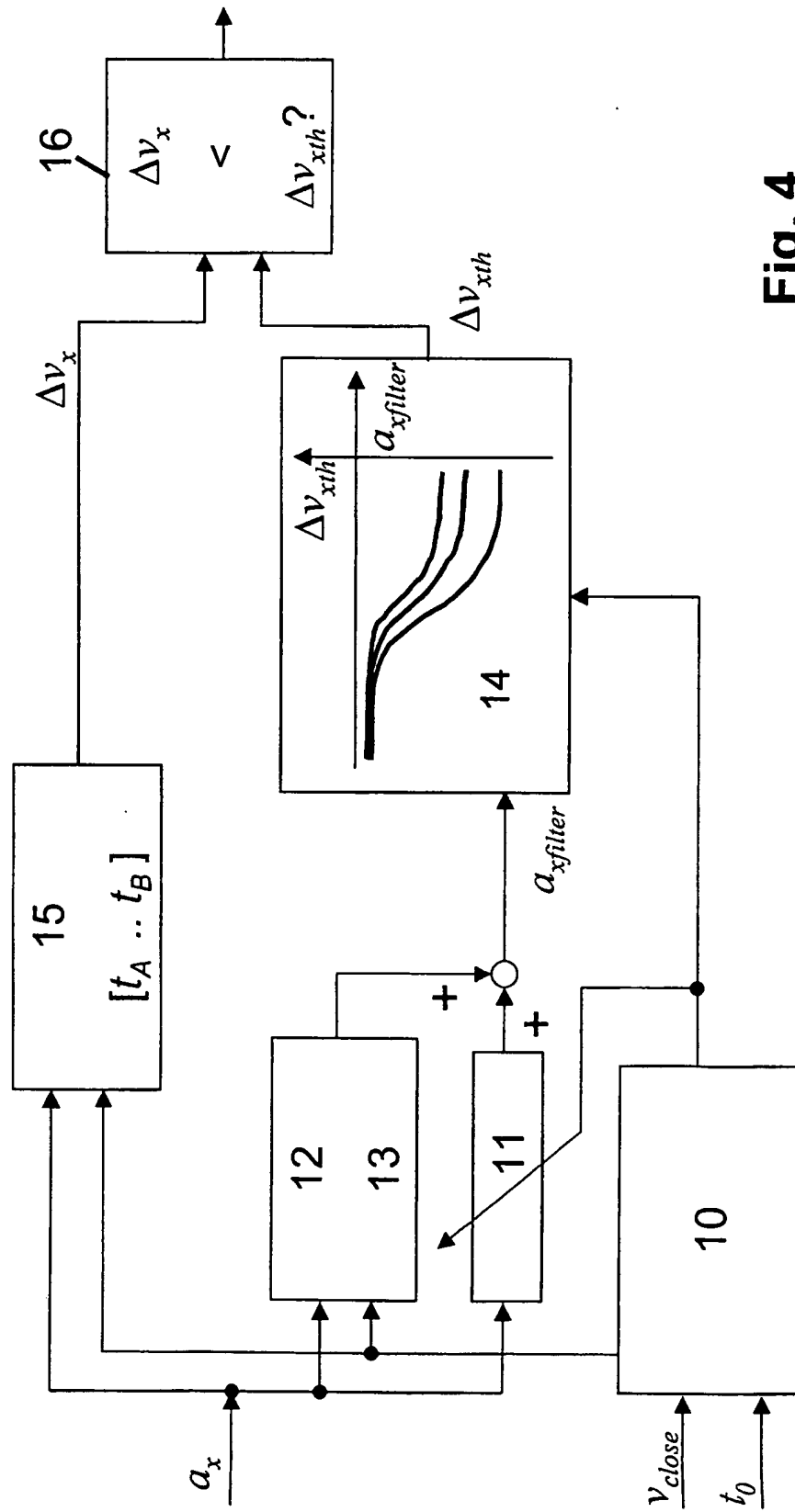


Fig. 4